VERGLEICHENDE BETRACHTUNG DER NIERENGRÖSSE UND DER NIERENARTERIENWEITE IM RÖNTGENBILD

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

vorgelegt von

Harald Stengel

Saarbrücken

1973

Aus der Radiologischen Klinik der Universität
des Saarlandes

Direktor: Professor Dr. med. F. SOMMER

Aus der Urologischen Klinik der Universität
des Saarlandes

Direktor: Professor Dr. med. C.E. ALKEN

VERGLEICHENDE BETRACHTUNG DER NIERENGRÖßE UND DER NIERENARTERIENWEITE IM RÖNTGENBILD

INAUGURALDISSERTATION

zur Erlangung der Doktorwürde der
HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT
DER UNIVERSITÄT DES SAARLANDES

1972

VORGELEGT VON

Harald Stengel
geb. am 10.08.1947 in Neunkirchen

DEKAN: Prof. Dr. med. H. KULENKAMPFF

REFERENT: Prof. Dr. med. Th. LAUBENBERGER

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Die mündliche Promotionsprüfung wurde am 6.4.73.
abgelegt.

INHALTSVERZEICHNIS

Seite

I. Einleitung und Fragestellung 1

1. Technik der Nierenangiographie 3
2. Gefäßversorgung der Niere 6
3. Die Meßmethode 8

II. Das Beobachtungsgut 13

1. Differenzierung in Gesunde und Krankheitsgruppen 14
2. Die Altersverteilung der Patienten 15

III. Ergebnisse der Messungen 16

1. Nierengesunde Patienten 16
2. Nierengesunde Patientinnen 18
3. Zusammenfassende Gegenüberstellung 2o
4. Kongenitale Einzelnieren 23
5. Die Harnstauungsniere 27
6. Zusammenfassende Gegenüberstellung der einzelnen Stadien der Harnstauungsnieren 35
7. Die chronische Pyelonephritis 37
8. Die pyelonephritische Schrumpfniere 4o
9. Nephrolithiasis 43
1o. Pyonephrose 45
11. Die Nierentuberkulose 48
12. Gefäßreiche Nierentumoren ohne Regressionen 54
13. Statistisch nicht ausgewertete Fälle 57

Seite

IV. Ergebnisse der Untersuchungen zum Verhältniswert 58

V. Diskussion 62

VI. Zusammenfassung 72

VII. Literaturverzeichnis 73

I. Einleitung und Fragestellung

Die Basisuntersuchung der urologischen Röntgenuntersuchung ist das Ausscheidungsurogramm mit seinen Varianten: dem Frühurogramm, dem Späturogramm, dem Belastungsurogramm und dem Infusionsurogramm.

Mit diesen Untersuchungsmethoden gewinnt der Untersucher Aufschluß über Form und Größe des Hohlraumsystems der abführenden Harnwege.

Die exakte Beurteilung des Parenchyms, der Nierengröße und der Gefäßversorgung ist der Angiographie vorbehalten.

Das normale Nierenangiogramm zeigt ein typisches Bild. Entzündungen des Nierenparenchyms und Nierenbildungen sowie cystische Veränderungen und Tumoren weichen in charakteristischer Weise davon ab und ermöglichen die Diagnose.

Die Beziehung Nierengröße zu Nierenarterienweite wird im folgenden geprüft. Es sollen die Fragen beantwortet werden:

Besteht ein konstantes Verhältnis von Nierengröße und Nierenhauptarterienweite beim Gesunden?

Ändert sich das Verhältnis für die verschiedenen Krankheitsgruppen in charakteristischer Weise?

Quantitative Untersuchungen hierzu existieren bisher nur in kleinerer Zahl. (LUDIN, H. (1965); LUDIN, H. et alt. (1967)

An einem umfangreichen Kollektiv von 412 Patienten werden diese Relationen bestimmt.

Die große Zahl der statistischen Daten wurden mit der Großrechenanlage des Max Planck Institutes München - Garching (IBM 360/90) berechnet.

1. Technik der Nierenangiographie

Die translumbale Aortographie wird für die Nierengefäßdarstellung heute nur noch beim Verschluß der unteren Bauchaorta oder der Beckengefäße eingesetzt.

Die Angiographien des Bauchraumes werden mit der von SELDINGER 1953 beschriebenen Kathetermethode ausgeführt. Die Seldingermethode ist sicher und relativ einfach. Sie war zusammen mit den neuen trijodierten wasserlöslichen Kontrastmitteln (z.B. Conray®) der entscheidene Fortschritt in der Angiographie. Die selektive Nierenangiographie ist heute eine Routinemethode.

Nach Lokalanästhesie unterhalb des Leistenbandes punktiert man mit der Seldingerpunktionsnadel die Arteria femoralis. Dann wird eine Sonde durch die Kanüle eingeführt. Nach Entfernen der Kanüle schiebt der Untersucher den Katheter über die Sonde bis an die gewünschte Stelle in der Aorta. Zur Aortographie verwendet man Katheter mit mehreren seitlichen Öffnungen, durch die bei der Kontrastmittelinjektion

mit der Hochdruckspritze schnell genügend Kontrastmittel in die Aorta austreten kann. Um kontrastreiche Abbildungen der Gefäße zu erreichen, ist eine Kontrastmittelmenge von ca. 50 ml notwendig.

Bei der selektiven Nierenarteriographie wird ein vorgekrümmtes Katheterende über die Aorta in das abgehende Gefäß eingeführt. Dann werden 5 ml 60%igen Kontrastmittels in die Nierenhauptarterie von Hand injiziert. Die selektive Nierenarteriographie hat gegenüber der Aortographie den Vorteil, daß keine Gefäßüberlagerungen aus anderen Organen auftreten. Die Beurteilung der Angiogramme ist dadurch wesentlich erleichert. Die Aufnahmen werden während der Kontrastmittelinjektion mit Plattfilmwechslern in schneller Folge angefertigt.

Die zeitliche Folge der für die Untersuchung verwendeten Aufnahmen ist:

Aufnahmen 1 - 8 in 1/2 Sek. Abstand.

In dieser Phase werden die Arterien der Niere abgebildet. (arterielle Phase)

Dann wird eine Pause von 5 Sek. dazwischengeschaltet. Die Röntgenbilder 9 - 12 werden dann in 1 Sek. Abstand aufgenommen.

Damit werden die nephrographische und die venöse Phase erfaßt.

Bei der nephrographischen Phase kommt es zunächst zur Kontrastmittelanfärbung von Rinde und Mark. Noch während der Parenchymanfärbung füllen sich die Venen mit Kontrastmittel und deuten den venösen Abfluß an. (venöse Phase)

(ALKEN 197o, DEUTICKE 1965, LUDIN 1962, SELDINGER 1953, VOGLER 1958)

2. Die Gefäßversorgung der Niere

Die Nierenhauptarterien verlassen die Aorta etwa in Höhe des Abganges der Arteria mesenteria cranialis oder geringgradig darunter. In 72 % von lo 967 Nieren fanden sich einzelne Nierenhauptarterien. In den übrigen 28 % lag eine Mehrfachversorgung der Niere vor.(MERKLIN und MICHELS, 1958; MICHELS, 1955.)In der Mehrzahl der Fälle entspringen die Nierenhauptarterien in Höhe des 1. - 2. LWK. (ADACHI, 1928)

Die Nierenhauptarterie verläuft rechts fast ausschließlich horizontal oder absteigend, links ansteigend oder horizontal. Die Verzweigung in beide Nierenhauptarterienäste liegt im Bereich des Nierenbeckens. Die Versorgungsgrenze verläuft schräg durch die Niere. Dabei wird meist der obere Pol und der dorsale Abschnitt des mittleren Drittels vom oberen Nierenarterienast und der kaudale Pol und der ventrale Abschnitt des mittleren Drittels vom unteren Nierenarterienast versorgt. Die weitere Aufteilung erfolgt in Segmentart., Subsegmentart., und Art. arcuatae. (BOIJSEN)

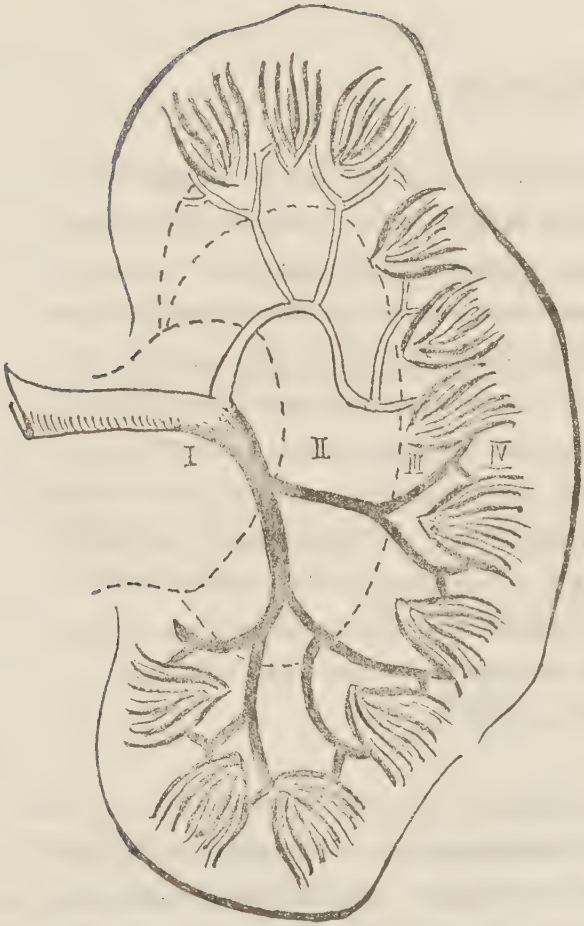

Abb. 1: Schematische Darstellung der intrarenalen Arterien: Hauptarterie, I. Hauptarterienast, II. Segmentarterie, III. Subsegmentarterie, IV. Aa. arcuatae.

3. Die Meßmethode

Die Nierenarterienbreite wird im Aortogramm gemessen und ihre Werte im selektiven Nierenangiogramm zur Kontrolle verglichen. Zur Messung des Arteriendurchmessers dient eine Aufnahme in der arteriellen Phase (1,5 bis 2 Sek. nach der Injektion). Die Nierendurchmesser lassen sich mit einer Aufnahme der nephrographischen Phase gut bestimmen. Als Länge und Breite der Niere können der maximale Längs- und der maximale Querdurchmesser mit o,1 cm Genauigkeit gemessen werden. Der Durchmesser der Nierenarterie wird in 1 cm Abstand vom Abgang von der Aorta bestimmt. (LUDIN H., 1965)

MOELL berechnete in seiner Arbeit "Size of Normal Kidneys" die Fläche der Nieren bei 115 gesunden Soldaten. Er verglich planimetrisch gewonnene Werte mit den nach der Ellipsenformel angenäherten Werten. Seine statistischen Resultate ergaben eine weitgehende Übereinstimmung der beiden Methoden.

Aus unseren Meßwerten wurde berechnet:

1. Die Nierenfläche nach der Ellipsenformel:

$F = L \times Q \times \pi / 4$

F = Fläche in cm^2

L = Längsdurchmesser in cm

Q = Querdurchmesser in cm

2. Die Nierenarterienquerschnittsfläche als Kreisfläche:

$F = r^2 \pi$

daraus folgt

$F = d^2 \pi / 4$

F = Fläche in cm^2

r = Radius der Kreisfläche in cm

d = Gefäßdurchmesser in cm

Der Flächeninhalt symmetrischer oder asymmetrischer Ellipsen (asymmetrisch bezogen auf die Längsachse - siehe Abbildung 2) ist bei gleichen Längs- und Querdurchmessern gleich groß. (LUDIN, H., 1961)

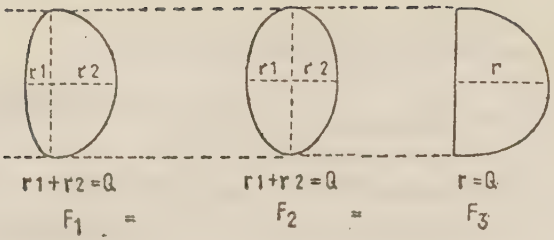

Abb. 2: Gleicher Flächeninhalt von Ellipsen, die bei gleichem Querdurchmesser symmetrisch und asymmetrisch zur Längsachse sind.

Die angegebenen Daten entsprechen den Meßwerten im Angiogramm. Der Vergrößerungsfaktor der Röntgenaufnahmen kann aus der folgenden Formel errechnet werden:

$$\text{Vgr.Faktor} = \frac{\text{Fokus Film Abst.} \times \text{Obj.Gr.}}{\text{Fokus Ob.Abst.}}$$

Bei unserem Aufnahmesystem betrug der mittlere Vergrößerungsfaktor o,8.

Aus den Meßwerten werden die Nierenfläche nach der Ellipsenformel und die Nierenarterienkreisfläche nach der Kreisflächenformel errechnet. Die einzelnen statistischen Werte sind aus der Tabelle zu ersehen.

Es wurde errechnet:

1. der Mittelwert: $\bar{X} = \frac{S(x)}{n}$

wobei $S(x)$ = Summe aller Meßwerte von $x_1 - x_n$

n = Anzahl der Meßwerte

2. die Standardabweichung (SA): $s = \sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{n-1}}$

= mittlere quadratische Abweichung

wobei $S(x-\bar{x})^2$ = Summe der Quadrate der Differenz aus Einzel- und Mittelwert.

3. die Standardabweichung des Mittelwertes (mittlerer Fehler):

$$s_{\bar{x}} = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

Bei der Berechnung der Mittelwerte der Nierenarterienquerschnittsfläche muß man jedoch Nieren mit mehrfacher Gefäßversorgung berücksichtigen. Es wurden die einzelnen Querschnittsflächen errechnet und addiert. Die Gesamtfläche geht dann in die weitere Ausrechnung ein. (LUDIN et alt. (1967) Als Normbereich nimmt man allgemein den 2s-Bereich ($\bar{X} \pm 2_s$).

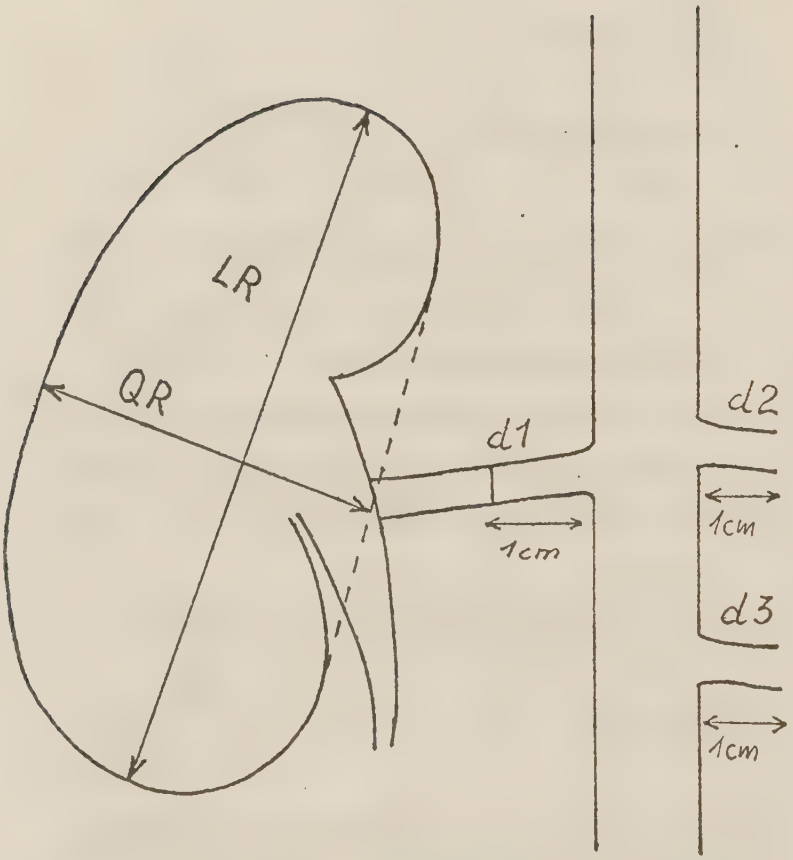

Abb. 3: Schematische Darstellung der Meßmethode. LR = max. Längsdurchmesser; QR = max. Querdurchmesser; d_1, d_2, d_3 = Arteriendurchmesser im Abstand von 1 cm vom Aortenabgang gemessen.

II. Das Beobachtungsgut

412 nierenangiographierte Patienten der Urologischen Universitätskliniken - Homburg/Saar (Direktor Prof. Dr. C.E. ALKEN) wurden für die Untersuchung überprüft.

Krankheitsgruppen, deren Auswertung in diesem Zusammenhang nicht sinnvoll erscheint, wie z.B. Nierencysten, Nierenarterienstenosen und frische Nierentraumen, werden nicht weiter ausgewertet. Sie werden der Vollständigkeit halber in der Tabelle 19 aufgeführt.

Die statistisch berechneten Gruppen umfassen 301 Patienten und sind mit der Altersverteilung auf der Tabelle 2 wiedergegeben.

1. Differenzierung in Gesunde und Krankheitsgruppen

Tabelle 1: Statistisch ausgewertete Patienten-Gruppen

Diagnosegruppe		Anzahl
Nierengesunde Patienten		101
davon männlich	67	
weiblich	34	
Einzelniere (kongenital)		15
Harnstauungsnieren		45
davon Stadium I	5	
Stadium II	26	
Stadium III	14	
Pyonephrose		10
Pyelonephritis mit und ohne Lithiasis		42
davon mit Lithiasis	28	
ohne Lithiasis	14	
Schrumphnieren		32
Gefäßreiche Nierentumoren		20
Nierentuberkulose		36
davon mit Kontrastmittelausscheidung im Urogramm	27	
fehlende KM-Ausscheidung im Urogramm (Terminalstadium)	9	

2. Die Altersverteilung der Patienten

Tabelle 2: Altersverteilung des statistisch ausgewerteten Beobachtungsgutes

Diagnosegruppe	18 J.	19-3o J.	31-4o J.	41-5o J.	51-6o J.	61 J.
ohne krankhaften Befund ♂	2	3	2o	16	16	1o
ohne krankhaften Befund ♀	-	5	8	9	8	4
Harnstauungsniere I. Stadium	-	-	3	1	-	1
Harnstauungsniere II. Stadium	2	4	7	5	5	3
Harnstauungsniere III. Stadium	5	2	2	3	1	1
Pyonephrose	-	2	-	1	4	3
Lithiasis	-	5	2	6	12	3
Pyelonephritis	-	3	1	4	4	2
Schrumpfniere	1	4	4	1o	12	1
Gefäßreiche Nierentumoren	-	1	1	5	4	9
Tbc, Ausscheidungsurogramm	1	2	1o	9	2	3
Tbc, Ausscheidungsurogramm	-	1	-	4	3	1
Einzelniere (kongenital)	1	4	2	3	3	2

III. Ergebnisse der Messungen

1. Nierengesunde Patienten

Von lol gesunden Patienten waren 67 männlichen und 34 weiblichen Geschlechts. Die beiden Gruppen sind nach Geschlecht und Körperseite getrennt ausgewertet.

Beim Mann betragen an der linken Niere die mittleren Längsdurchmesser 14,1 cm und die mittleren Querdurchmesser 6,9 cm, woraus sich eine Fläche von 77,o cm^2 ergibt. Die linke Nierenarterie besitzt einen mittleren Durchmesser von o,78 cm, was einer Fläche von o,5o cm^2 entspricht.

Die Werte der rechten Niere sind 13,7 cm zu 6,9 cm, die der rechten Nierenfläche 74,o cm^2. Die rechte Nierenarterienbreite beträgt o,77 cm im Querschnitt mit einer Querschnittsfläche von o,48 cm^2.

Tabelle 3: Nierengesunde männliche Patienten n = 67

Altersmittelwert (X QUER) = 46,7 J.

SA = 13,3 SA QUER = 1,6

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER li.	14,1	6,9	77,o	o,78	o,49
SA li.	1,15	o,86	13,6	o,12	o,15
SA QUER li.	o,14	o,1o	1,7	o,o1	o,o2
X QUER re.	13,7	6,9	74,o	o,77	o,48
SA re.	1,o2	o,78	11,8	o,1o	o,13
SA QUER re.	o,13	o,o9	1,45	o,o1	o,o2

X QUER = Mittelwert ($\frac{S(x)}{n}$)

SA = Standardabweichung ($\sqrt{\frac{S(x-\bar{x})^2}{n-1}}$)

SA QUER = Standardabweichung des Mittelwertes ($\frac{S}{\sqrt{n}}$)

2. Nierengesunde Patientinnen

Bei den weiblichen Patienten wurden an der linken Niere ein mittlerer Längsdurchmesser von 14,o cm und ein mittlerer Querdurchmesser von 6,8 cm mit einer mittleren Nierenfläche von 74,9 cm^2 ermittelt.

Der mittlere linke Nierenarteriendurchmesser beträgt o,72 cm, die dazugehörende linke Nierenarterienfläche o,41 cm^2.

Bei der rechten Niere sind die mittleren Durchmesser 13,5 cm zu 6,6 cm. Es errechnet sich daraus eine mittlere Nierenfläche von 69,9 cm^2. Die rechte Nierenarterie hat ein mittleres Kaliber von o,7o cm und eine Fläche von o,4o cm^2.

Tabelle 4: Nierengesunde Patientinnen n = 34

Altersmittelwert (X QUER) = 44,6 J.

SA = 12,4 SA QUER = 2,13

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER li.	14,o	6,8	74,9	o,72	o,41
SA li.	1,3	o,79	13,3	o,o9	o,11
SA QUER li.	o,23	o,14	2,3	o,o2	o,o2
X QUER re.	13,5	6,6	69,9	o,71	o,4o
SA re.	1,26	o,9	13,o	o,11	o,12
SA QUER re.	o,22	o,16	2,23	o,o2	o,o2

3. Zusammenfassende Gegenüberstellung

Die Nieren männlicher Patienten sind größer als die der weiblichen Patienten. Die Nieren der linken Seite sind größer als die der rechten. In der folgenden Tabelle 5 sind die Mittelwerte der männlichen und weiblichen Patienten vergleichend gegenübergestellt.

Tabelle 5: Vergleichende Gegenüberstellung der Mittelwerte beim Mann und bei der Frau

	Nierendurchmesser		Nierenfläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durchmesser	Querschn.-fläche
X QUER li. männl.	14,1	6,9	77,o	o,78	o,49
X QUER li. weibl.	14,o	6,8	74,9	o,72	o,41
X QUER re. männl.	13,7	6,9	74,o	o,77	o,48
X QUER re. weibl.	13,5	6,6	69,9	o,71	o,4o

$$X\ QUER = \text{Mittelwert}\ \left(\frac{S(x)}{n}\right)$$

Tabelle 6: Gesamtmittelwerte arithmetisch errechnet

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER ♂+♀/re.+li.	13,8	6,8	74,4	0,76	0,46

Abb. 4: Nieren beidseits ohne krankhaften Befund, männl., 37 Jahre: der re. und li. Nierenhauptarteriendurchmesser beträgt o,8 cm.

4. Kongenitale Einzelnieren

Diese Gruppe enthält alle kongenitalen männlichen, weiblichen, gesunden Einzelnieren gleich welcher Seite.

Die Einzelniere ist eine relativ häufige Anomalie. Da sie symptomlos auftritt, wird sie oft nur bei einer Routineuntersuchung oder bei der Sektion festgestellt. Ihr Vorkommen beträgt im Obduktionsmaterial 1 : 1000 im Durchschnitt.

Außer einer allgemeinen Größenzunahme liegen urographisch und angiographisch keine für die Einzelniere besonderen Merkmale vor.

Zum besseren Vergleich sind nachstehend die Normalwerte der gesunden paarigen Niere in Klammern angegeben.

Der mittlere Längsdurchmesser liegt bei 15,8 (13,8) cm, der Querdurchmesser bei 7,8 (6,8) cm; die mittlere Nierenfläche beträgt 96,8 (74,4) cm^2.

Der mittlere Arteriendurchmesser mißt o,9 (o,76) cm, was einer Querschnittsfläche von o,66 (o,46) cm^2 entspricht.

Tabelle 7: Kongenitale Einzelnieren ohne krankhaften Befund n = 15

Altersmittelwert (X QUER) = 41,3 J.

SA = 16,0 SA QUER = 7,8

	Nierendurchmesser		Nierenfläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durchmesser	Querschn.-fläche
X QUER	15,8	7,8	96,8	0,9	0,66
SA	1,5	1,1	17,2	0,15	0,21
SA QUER	0,4	0,3	4,4	0,04	0,05

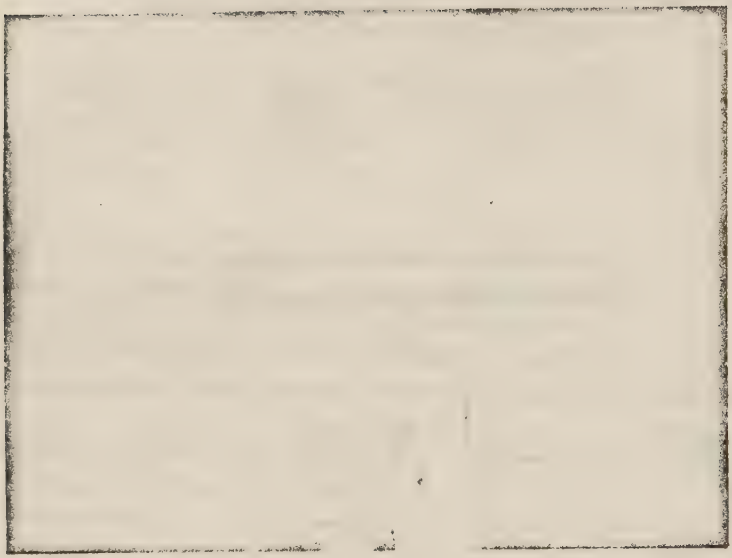

Abb. 5: Kongenitale Einzelniere, männl., 62 Jahre: größerer Arteriendurchmesser (o,9 cm) als bei paariger Nierenanlage.

5. Die Harnstauungsniere

Die Harnstauungsniere ist durch eine Harnabflußstörung hervorgerufen. Solche Störungen können angeboren oder erworben sein. Mißbildungen mit Einengung des Ureters führen zur Hydronephrose. Die häufigsten Ursachen einer erworbenen Hydronephrose sind Steinleiden und Stenosen verschiedener Genese. Der Krankheitsverlauf hängt hauptsächlich von der Dauer der Abflußstörung des Harns ab. Es wurde der Entwurf zur Klassifikation der Harnstauungsniere von LAUBENBERGER, 1968, übernommen.

Im I. Stadium der Hydronephrose besteht die Harnstauung relativ kurze Zeit, oder die Harnstauung ist nur geringgradig. Die Nierengröße ist noch unverändert und die Parenchymbreite ist noch normal. Die Papillen platten sich ab und die Kelchnischen weiten sich aus. Der Hohlraum der Kelche und des Beckens vergrößert sich. Die Form der Oberfläche der Niere sowie das Kaliber der Nierenhauptarterie und der intrarenalen Arterien ist im I. Stadium noch unverändert. Ebenso ist auch der Verlauf der intrarenalen Gefäße noch unverändert. Die Veränderungen sind reversibel.

Bei längerer Dauer der Harnstauung entsteht das Bild der Harnstauungsniere II. Stadium. Es kommt zu einer stärkeren Ausweitung des Hohlraums mit Atrophie des Parenchyms. Die Nierenoberfläche ist schwach grobbuckelig und zeigt Einziehungen, die den Columnae Berthini entsprechen. Die Buckel entstehen über den erweiteren Papillen. Das Nierenparenchym ist gegenüber dem I. Stadium schon deutlich verschmälert, was auf einer Druckatrophie der Markkegel beruht. Die Nierenhauptarterie ist schon mäßig eingeengt. Die größeren intrarenalen Äste der Nierenhauptarterie, Segment- und Subsegmentarterien sind verschmälert und verlaufen bogig. Kleine Arterienäste (aa.arcuatae) sind rarefiziert. Die Veränderungen sind irreversibel.

Das III. Stadium tritt bei langdauernder Harnstauung ein. Es ist das Bild der echten Hydronephrose. Die Niere erscheint als ein großer, prall gefüllter Wassersack. Das Nierenparenchym ist extrem verschmälert. es verbleibt nur noch ein schmaler Saum. Eine solche Niere ist funktionslos. Die Oberfläche der Niere ist grobbuckelig vorgewölbt. Die Nierenhauptarterie ist

stark eingeengt. Die großen intrarenalen Arterienäste sind nur noch fadendünn und verlaufen großbogig. Kleinere Äste sind stark rarefiziert. Angiographisch lassen sich gefäßfreie Bezirke feststellen.

Die Stadien der Harnstauungsniere sind in der folgenden Abbildung dargestellt.

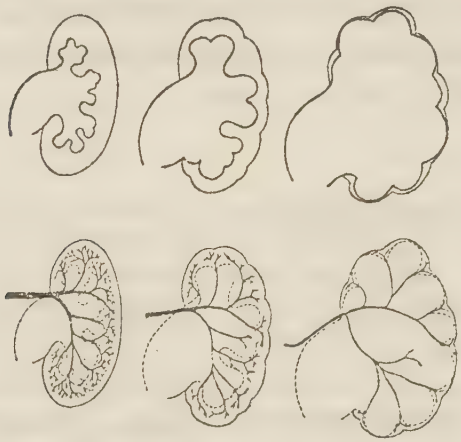

Abb. 6: Schematische Darstellung der drei Stadien der Harnstauungsniere. Die obere Reihe zeigt die Veränderungen des Hohlraumsystems, die untere zeigt die arteriellen. Links Stadium I, Mitte Stadium II, rechts Stadium III.

Eine statistische Auswertung sämtlicher Harnstauungsnieren verschiedener Grade erschien nicht sinnvoll. Erst die getrennte Bearbeitung der Harnstauungsnieren verschiedener Stadien ergab Zahlenwerte, die dem Schweregrad der Erkrankung entsprachen.

Eine Harnstauungsniere des ersten Stadiums wurde bei 5 Patienten festgestellt. Der mittlere Längsdurchmesser ist 15,1 cm. Der Querdurchmesser beträgt 6,8 cm bei einer Fläche von 81,4 cm^2. Der mittlere Arteriendurchmesser beträgt o,8 cm bei einer Querschnittsfläche von o,56 cm^2.

Tabelle 8: Harnstauungsniere I. Stadium n = 5

Altersmittelwert (X QUER) = 41,o J.

SA = 12,5 SA QUER = 5,6

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	15,1	6,8	81,4	o,84	o,56
SA	1,1	1,1	18,1	o,11	o,15
SA QUER	o,5	o,5	8,1	o,o5	o,o7

Bei 26 Patienten wurde eine Harnstauungsniere im II. Stadium diagnostiziert.

Der mittlere Längsdurchmesser ist 15,o cm. Der Querdurchmesser beträgt 6,8 cm und die Fläche 8o,7 cm^2. Der Durchmesser der Arterie ist o,7 cm, woraus sich eine Querschnittsfläche von o,39 cm^2 errechnet. Bei 17 Patienten ist die kontralaterale Seite ohne krankhaften Befund. Bei diesen Nieren ist der mittlere Längsdurchmesser 15,o cm, der Querdurchmesser 6,6 cm, die Nierenfläche 77,7 cm^2. Es wurde ein mittlerer Arteriendurchmesser von o,7 cm gemessen, dem eine Querschnittsfläche von o,4 cm^2 entspricht.

Tabelle 9: Harnstauungsniere II. Stadium n = 26

Altersmittelwert (X QUER) = 43,3
SA = 15,5 SA QUER = 3,o

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	15,o	6,8	8o,7	o,7	o,39
SA	1,9	o,7o	14,6	o,13	o,14
SA QUER	o,4	o,1	2,9	o,o3	o,o3

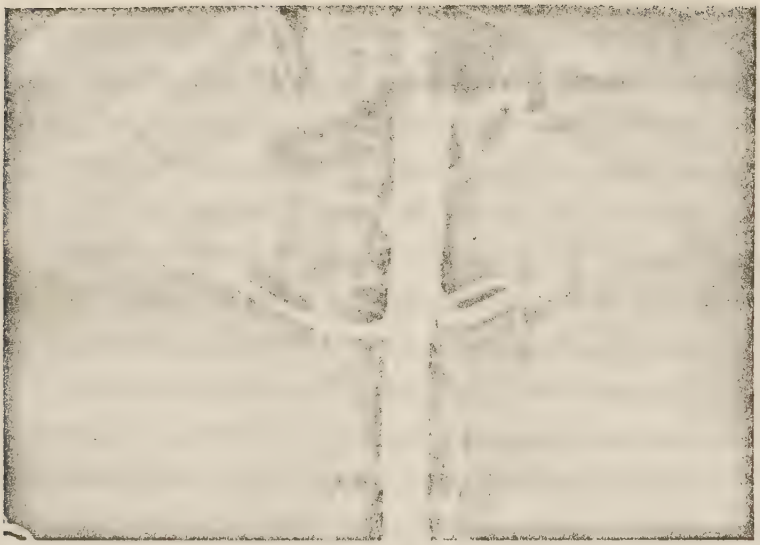

Abb. 7: Harnstauungsniere re. im Stadium II, männl., 26 Jahre: Mäßige Verschmälerung der Nierenhauptarterie (o,7 cm), Erweiterung des Hohlraumsystems und Verminderung des Parenchyms. Unteres Polgefäß verläßt die Nierenhauptarterie ca. 1 cm nach Aortenabgang und umläuft bogenförmig das erweiterte Nierenbecken. Es versorgt den unteren Nierenpol.
li. normale Niere.

Bei der Untersuchung von 14 Patienten wurde eine Harnstauungsniere III festgestellt. Der mittlere Längsdurchmesser beträgt 16,9 cm, der Querdurchmesser 8 cm, woraus sich eine Fläche von 115,3 cm^2 errechnet. Der mittlere Arteriendurchmesser ist o,56 cm, die Fläche beträgt o,25 cm^2. Bei 8 Patienten war die kontralaterale Seite ohne krankhaften Befund. Die Nieren sind im Mittel 14,8 cm zu 6,8 cm, gleich 79,6 cm^2 groß. Der Arteriendurchmesser ist o,69 cm. Dies entspricht einer Fläche von o,4 cm^2.

Tabelle 1o: Harnstauungsniere III. Stadium n = 14

Altersmittelwert (X QUER) = 33,3 J.

SA = 17,9 SA QUER = 4,8

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	16,9	8,o	115,3	o,56	o,25
SA	5,1	2,6	76,o	o,12	o,1
SA QUER	1,4	o,7	2o,3	o,o3	o,o3

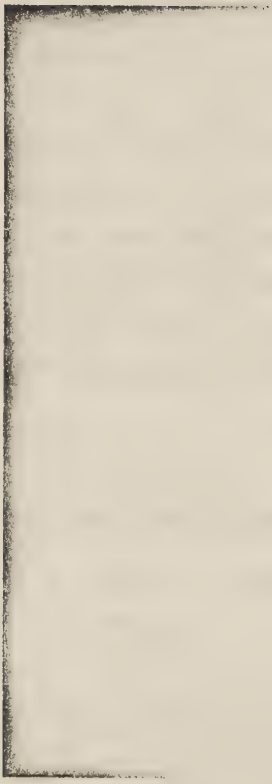

Abb. 8: Harnstauungsniere re. im Stadium III, weibl. 66 Jahre: erhebliche Organvergrößerung und extreme Rarefikation des Nierenparenchyms und deutlicher Verschmälerung des Nierenarterienkalibers (o,5 cm).

6. Zusammenfassende Gegenüberstellung der einzelnen Stadien der Harnstauungsnieren

Im Stadium I ist die Niere nicht vergrößert. Die Breite der Nierenhauptarterie ist ebenso unverändert.

Auch im Stadium II besitzt die Niere normale Größe. Jedoch ist die Nierenhauptarterie schon deutlich verschmälert, was auf den Untergang größerer Teile des Nierenparenchyms hinweist.

Im Stadium III ist die Niere deutlich vergrößert. Dabei ist das Nierenarterienkaliber wegen der extremen Verschmälerung des Parenchyms äußerst stark eingeengt.

Tabelle 11: Vergleichende Gegenüberstellung der Harnstauungsnieren I. - III. Stadium

	Nierendurchmesser		Nierenfläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durchmesser	Querschn.-fläche
HSTN I	15,1	6,8	81,4	o,84	o,56
HSTN II	15,o	6,8	8o,7	o,7	o,39
HSTN III	16,9	8,o	115,3	o,56	o,25

Bei den folgenden Gruppen mit Nieren krankhaften Befundes wird keine Unterscheidung nach Geschlecht oder Seite getroffen, da die einzelnen Kollektive dann für eine statistische Auswertung zu klein geworden wären. Es wird jeweils die kontralaterale Seite ohne krankhaften Befund mit erfaßt und errechnet.

7. Die chronische Pyelonephritis

Die Pyelonephritis ist pathologisch-anatomisch eine interstitielle bakterielle destruierende unspezifische Entzündung der Niere.

In unserem Krankengut waren ausschließlich chronische Pyelonephritiden enthalten. Die anatomischen Veränderungen an den Nieren sind wenig einheitlich. Es werden Übergänge von der groben Narbenniere mit tiefen trichterförmigen Einziehungen bis zur glatten pyelonephritischen Schrumpfniere gefunden. Die pyelonephritische Schrumpfniere wird gesondert abgehandelt. Die von der chronischen Pyelonephritis betroffenen Parenchymbezirke zeigen entzündliche Destruktionen mit zum Teil narbigen Veränderungen.

Mit der Angiographie werden in der arteriellen Phase die Gefäßrarefikation und Deformierungen sowie irreguläre Gefäßverläufe und in der Parenchymphase die funktionsgeminderten oder funktionslosen Areale aufgedeckt.

Die Angiographie kann daher für den Fall einer Teilresektion der Niere dem Operateur von großem Nutzen sein.

Bei unseren Fällen der chronischen Pyelonephritis handelt es sich um fortgeschrittene Erkrankungen, die neben intakten Parenchymarealen schon Narbenzonen enthielten. Die Nieren wiesen daher eine schon bemerkbare Größenreduktion auf.

14 Patienten mit chronischer Pyelonephritis wiesen einen mittleren Nierenlängsdurchmesser von 13,0 cm und einen mittleren Querdurchmesser von 6,1 cm auf. Die mittlere Fläche betrug 62,1 cm^2; der mittlere Arteriendurchmesser 0,64 cm und die Fläche 0,33 cm^2.

Die frische akute Pyelonephritis konnte nicht untersucht werden, da keine Indikation zur Angiographie bei dieser Krankheitsgruppe vorliegt.

Tabelle 12: Chronische Pyelonephritis n = 14

Altersmittelwert (X QUER) = 45,1 J.

SA = 14,2 SA QUER = 3,8

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	13,o	6,1	62,1	o,64	o,33
SA	1,3	o,65	1o,7	o,1	o,11
SA QUER	o,34	o,17	2,8	o,o2	o,o3

8. Die pyelonephritische Schrumpfniere

Die pyelonephritische Schrumpfniere entwickelt sich aus der chronischen Pyelonephritis. Da die chronische Entzündung oft über große Zeiträume symptomlos verläuft, wird sie häufig erst bei Routineuntersuchungen zufällig entdeckt. Der Endzustand, die Schrumpfniere, weist eine Vernarbung des gesamten Parenchyms auf. Die Funktion der Niere ist dann erheblich eingeschränkt. (Tab. 13) Entsprechend dem Parenchymverlust kommt es auch zu einer Einengung des Gefäßkalibers. Bei der chronischen Pyelonephritis betrug die mittlere Arteriendurchschnittsfläche o,33 cm^2, und bei der pyelonephritischen Schrumpfniere o,2o cm^2.

Die Angiographie der pyelonephritischen Schrumpfniere ergibt ein typisches Bild. Die normale Gefäßstruktur des Parenchyms ist aufgehoben. Die Parenchymgefäße verlaufen irregulär, weisen Schlängelungen und Kaliberschwankungen auf. In der Parenchymphase wird die teilweise inhomogene oder verminderte Kontrastmitteleinfärbung beobachtet. Die Rinden-Mark-Grenze ist weitgehend aufgehoben. Das Gefäßkaliber der Nierenhauptarterie ist um mehr als die Hälfte verringert.

Unser Material enthielt 32 Fälle von pyelonephritischer Schrumpfniere.

Die Nieren sind stark verkleinert und haben einen mittleren Längsdurchmesser von 9,6 cm, einen Querdurchmesser von 4,8 cm. Daraus ergibt sich eine mittlere Nierenfläche von 37,1 cm^2. Die Nierenarterie hat ein mittleres Kaliber von nur o,49 cm. Die Querschnittsfläche beträgt o,2 cm^2. In 19 Fällen war die kontralaterale Seite ohne krankhaften Befund. Die Nieren sind im Mittel 14,6 cm lang, 7,1 cm breit, was einer mittleren Nierenfläche von 82,o cm^2 entspricht. Die Arterie hat eine mittlere Stärke von o,75 cm und eine Querschnittsfläche von o,46 cm^2.

Tabelle 13: Pyelonephritische Schrumpfniere n = 32

Altersmittelwert (X QUER) = 45,o J.
SA = 11,6 SA QUER = 2,o

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	9,6	4,8	37,o	o,5	o,2
SA	1,7	o,9	12,o	o,12	o,1
SA QUER	o,3	o,16	2,1o	o,o2	o,o2

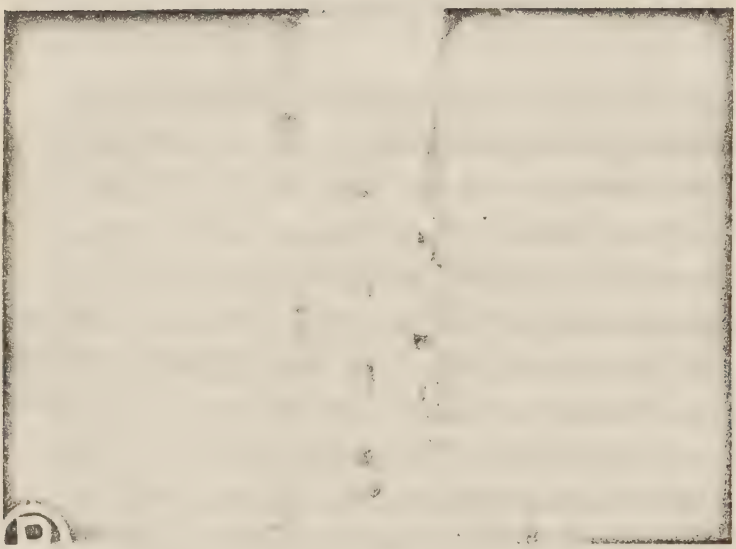

Abb. 9: Pyelonephritische Schrumpfniere re.,weibl. 45 Jahre: starke Schrumpfung der rechten Niere mit Verschmälerung der Nierenhauptarterie (o,5 cm) und irregulären intrarenalen Gefäßverläufen.
li. Niere ohne krankhaften Befund (o,7 cm = Nierenhauptarterienweite).

9. Die Nephrolithiasis

Die Nephrolithiasis führt in den meisten Fällen zu entzündlichen Destruktionen im Bereich der Kelchabschnitte. Dabei kommt es zu lokalisierten pyelonephritischen Herdbildungen oder auch zum Gesamtbefall des Organs.

Die Angiographie ermöglicht, das Ausmaß der entzündlichen Veränderungen des Parenchyms zu erfassen. Sie gibt dem Chirurgen Informationen über das Ausmaß der notwendigen Sanierungen, wie z.B. die Polresektion.

Unsere Gruppe umfaßt Nierenkelchsteine und Nierenbecken- und Kelchausgußsteine. In der Gruppe waren keine stärkeren Parenchymschrumpfungen enthalten. Ebenso war das Gefäßkaliber im Normbereich.

Bei 28 Patienten liegt Lithiasis vor. Aus einem mittleren Längsdurchmesser von 14,o cm und einem mittleren Querdurchmesser von 7,1 cm errechnet sich eine Fläche von 78,8 cm^2. Der mittlere Arteriendurchmesser ist o,7 cm, die Fläche ist o,4 cm^2. Die kontralaterale

Niere ist bei 8 Patienten ohne krankhaften Befund. Die Meßwerte der gesunden Nieren sind im Mittel 13,4 cm zu 7,1 cm groß; die Fläche beträgt 74,2 cm^2. Der mittlere Arteriendurchmesser ist o,73 cm und die Fläche o,42 cm^2.

Tabelle 14: Nephrolithiasis n = 28

Altersmittelwert (X QUER) = 48,8 J.

SA = 11,8 SA QUER = 2,2

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	14,o	7,1	78,8	o,7	o,4
SA	1,73	o,87	17,3	o,12	o,14
SA QUER	o,33	o,17	3,3	o,o2	o,o3

1o. Die Pyonephrose

Bei der Pyonephrose liegt ein erweitertes und eitererfülltes Hohlraumsystem mit begleitender Pyelonephritis vor. Angiographisch zeigen die Pyonephrosen eine auffallende Rarefizierung der peripheren Gefäße und verminderte Kontrastmittelanfärbung in der Parenchymphase. Der intrarenale Gefäßverlauf gleicht dem der Harnstauungsniere infolge der Erweiterung des Nierenbeckenkelchsystems.(Siehe HSTN) In den Frühfällen ist die angiographische Abgrenzung der Harnstauungsniere noch möglich. Fortgeschrittene Pyonephrosen sind angiographisch von Harnstauungsnieren III. Grades nicht mehr zu differenzieren.

In unserem Kollektiv handelt es sich um fortgeschrittene Pyonephrosen mit Erweiterung des Hohlraumsystems, Vergrößerung der Niere und erheblichen Parenchymverlust, der zu einer deutlichen Reduktion der Nierenarterienweite um mehr als 25 % des Normbereiches führte.

Es wurden lo Patienten mit Pyonephrose untersucht. Die Nieren besaßen einen mittleren Längsdurchschnitt von 15,6 cm und einen Querdurchmesser von 8,o cm. Die Fläche betrug 99,4 cm^2. Der mittlere Durchmesser der Nierenarterie ist o,66 cm, die Querschnittsfläche o,35 cm^2. Bei 8 der untersuchten Patienten war die kontralaterale Seite ohne krankhaften Befund. Die ermittelten Meßwerte sind: mittlerer Längsdurchmesser 14,3 cm, Querdurchmesser 7,o cm, die Fläche 79,4 cm^2, der Arteriendurchmesser o,7 cm und die Querschnittsfläche o,41 cm^2.

Tabelle 15: Pyonephrose n = lo

Altersmittelwert (X QUER) = 52,o J.

SA = 14,8 SA QUER = 4,7

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	15,6	8,o	99,4	o,7	o,35
SA	2,6	1,6	3o,3	o,1	o,1
SA QUER	o,84	o,5	9,6	o,o3	o,o3

Abb. 1o: Pyonephrose mit Konkrementen re., weibl., 61 Jahre: weitgehende Zerstörung des Nierenparenchyms, erhebliche Rarefizierung der intrarenalen Arterien, Kaliberverschmälerung der Nierenhauptarterie (o,6 cm),
li. Bild: Ausscheidungsurogramm ohne Ausscheidung,
mittleres Bild: arterielle Phase des Angiogramms,
re. Bild: Organpräparat.

11. Die Nierentuberkulose

Die röntgenologische Diagnose der Nierentuberkulose wird mit dem Ausscheidungsurogramm gestellt. Die renale Angiographie gibt zusätzliche Auskunft über Größe und Ausdehnung der Parenchymveränderung.

Die Frühformen der Nieren-Tbc, miliare Rinden- oder Markherde, sind häufig röntgenologisch nicht erfaßbar.

Fortgeschrittene Nieren-Tbc zeichnet sich durch verkäsende oder stenosierende Veränderungen des Parenchyms aus. Verkäsende Veränderungen führen zu Einschmelzungen im Kelchbereich und erzeugen unregelmäßig begrenzte Hohlräume, die urographisch nachweisbar sind. Vernarbende stenosierende Prozesse der Kelchhälse und Kelchgruppenhälse unterbrechen den Abfluß aus Kelchen oder Kelchgruppen und führen zur Stauung und Erweiterung der betroffenen Hohlräume. Diese Bezirke stellen sich dann urographisch nicht mehr dar. Sie werden als Kelch- oder Kelchgruppenexklusionen bezeichnet. Die Angiographie vermittelt dann ein Bild über den Zustand des Parenchyms der urographisch stummen Parenchymbezirke. Bei vorwiegend

narbig verändertem Parenchym ermöglicht sie die Beurteilung der Ausdehnung des Prozesses (= Gruppe I.).

Mit zunehmendem Parenchymbefall durch die Erkrankung erlischt die Kontrastmittelausscheidung im Urogramm. Oft ist in diesen Fällen eine Abklärung mit der retrograden Pyelographie nicht möglich, wenn Ureter- oder Nierenbeckenstenosen bzw. Verschlüsse vorliegen. Auch ist diese Untersuchungsmethode erfolglos, wenn ausgedehnte verkäsende Nierenprozesse bestehen. Dann kann die Angiographie immer noch Auskunft über den Zustand des Nierenparenchyms vermitteln (= Gruppe II).

Frühformen der Tbc sind nicht verfügbar, da nur ganz selten Angiographien dann ausgeführt werden.

Wir untersuchten 27 Patienten mit fortgeschrittener Nieren-Tbc. Dabei fand sich keine wesentliche Größenänderung des Organs, aber eine leichte Verringerung des Mittelwertes der Gefäßweiten. (Gruppe I)

9 Patienten im Endstadium der Nieren-Tbc ohne Kontrastmittelausscheidung im Urogramm zeigten eine Organverkleinerung und eine im Verhältnis noch viel größere Reduktion des Arterienlumens, was auf die fast totale Parenchymdestruktion schließen läßt. (Gruppe II)

Der mittlere Längsdurchmesser der Nieren der ersten Gruppe (urographisch nachweisbare Nieren-Tbc) war 13,7 cm, der mittlere Querdurchmesser betrug 6,8 cm, was einer Fläche von 73,6 cm^2 entspricht. Der mittlere Durchmesser der Nierenarterie war o,69 cm, woraus sich eine Querschnittsfläche von o,39 cm^2 errechnet. Bei 2o Patienten war die kontralaterale Niere ohne krankhaften Befund.

Sie hatte einen mittleren Längsdurchmesser von 14,2 cm und einen Querdurchmesser von 7,5 cm, gleich einer Fläche von 83,3 cm^2. Die Arterie hatte eine Weite von o,79 cm, was einer Querschnittsfläche von o,5 cm^2 entspricht.

Tabelle 16: Nierentuberkulose, urographisch nachweisbar Gruppe I n = 27

Altersmittelwert: (X QUER) = 42,1

SA = 11,7 SA QUER = 2,3

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	13,7	6,8	73,6	o,69	o,39
SA	1,7	o,8	13,5	o,14	o,15
SA QUER	o,3	o,15	2,6	o,o3	o,3

Der mittlere Längsdurchmesser der Nieren der zweiten Gruppe (ohne Kontrastmittelausscheidung im Urogramm) war 11,8 cm, der Querdurchmesser betrug 6,1 cm. Daraus errechnet sich eine Fläche von 57 cm^2. Der mittlere Durchmesser der Nierenarterie war o,57 cm, gleich einer Fläche von o,27 cm^2. Bei 5 Patienten wurde kontralateral eine gesunde Niere festgestellt. Die Mittelwerte dieser Nieren waren 13,7 cm lang, 6,4 cm quer und eine Fläche von 68,9 cm^2. Die Arterie hatte einen mittleren Durchmesser von o,74 cm, was einer Fläche von o,43 cm^2 entspricht.

Tabelle 17: Nierentuberkulose, fehlende Kontrastmittelausscheidung im Urogramm Gruppe II n = 9

Altersmittelwert: (X QUER) = 5o,o J.
SA = 1o,7 SA QUER = 3,6

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durch-messer	Querschn.-fläche
X QUER	11,8	6,1	57,o	o,57	o,27
SA	1,3	1,1	16,o	o,16	o,15
SA QUER	o,4	o,4	5,3	o,o5	o,5

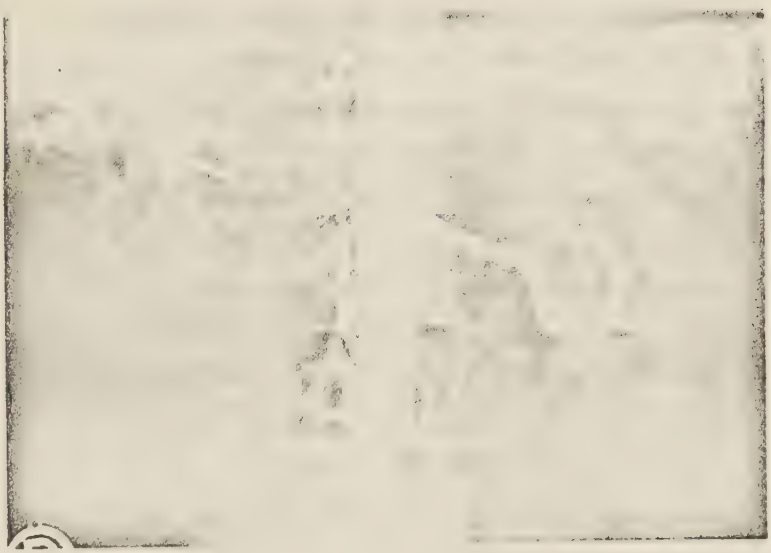

Abb. 11: Fortgeschrittene Tuberkulose der re. Niere, (Gruppe II), männl.,48 Jahre: hochgradige Schrumpfung der re. Niere und starke Verschmälerung der Nierenhauptarterie (0,5 cm). li. Niere hyperplastisch.

12. Gefäßreiche Nierentumoren ohne Regressionen

Der pathologische Aufbau und Verlauf der Gefäße im Tumor gibt ein charakteristisches Bild im Angiogramm und ermöglicht die Diagnose. In gefäßreichen Tumoren treten Gefäße mit unregelmäßigen Begrenzungen und Kaliberschwankungen auf. Arterio-venöse Anastomosen und Kontrastmittelextravasate ("Gefäßsümpfe") sind ebenfalls häufig zu finden. Bei größeren gefäßreichen Nierentumoren besteht infolge der erheblichen pathologischen Vaskularisation und der zahlreichen Shunts ein erhöhter Blutdurchfluß, der eine Erweiterung der Nierenhauptarterie zur Folge hat.

Bei den in dieser Gruppe enthaltenen Nierentumoren handelt es sich um mittlere bis große hypernephroide Carcinome. In der Gruppe der Tumoren waren in vielen Fällen nur einseitige Selektivangiographien durchgeführt worden. Aus Gründen der Computerrechnung waren jedoch nur Fälle auswertbar,

bei denen Meßwerte für beide Seiten vorlagen. Auch fehlen Tumoren mit Regressionen in dieser Gruppe. Dadurch hat sich das Kollektiv auf 2o Einzelfälle verringert.

Es wurden als mittlere Durchmesser 17,3 cm in der Länge und 8,5 cm quer gemessen, woraus sich eine Fläche von 115,5 cm^2 errechnet. Der mittlere Arteriendurchmesser betrug o,88 cm, was einer Fläche von o,62 cm^2 entspricht. Bei 19 Patienten war die kontralaterale Niere ohne krankhaften Befund. Als mittlerer Längsdurchmesser wurde 14,6 cm und als Querdurchmesser 7,3 cm gemessen. Das ergibt eine Fläche von 86,5 cm^2. Das Kaliber der Nierenarterie war o,82 cm gleich einer Querschnittsfläche von o,55 cm^2.

Tabelle 18: Gefäßreiche Nierentumoren n = 2o

Altersmittelwert: (X QUER) = 56,2 J.
SA = 12,9 SA QUER = 2,9

	Nierendurchmesser		Nieren-fläche	Nierenhauptarterie	
	längs	quer		Durchmesser	Querschn.-fläche
X QUER	17,3	8,5	115,5	o,88	o,62
SA	2,1	2,5	36,7	o,12	o,18
SA QUER	o,5	o,55	8,2	o,o3	o,o4

Abb. 12: Gefäßreiches, hypernephroides Ca. re., weibl., 72 Jahre: der Arteriendurchmesser beträgt beim Ca. re. o,9 cm, an der normalen Niere li. o,7 cm.

13. Statistisch nicht ausgewertete Fälle

Die hier aufgeführten Gruppen wurden nicht ausgewertet, weil sie eine zu breite statistische Streuung ihrer Meßwerte aufwiesen oder weil die Fallzahl für eine statistische Aussage zu klein war. In der folgenden Tabelle werden die einzelnen Gruppen aufgeführt und die arithmetischen Mittelwerte der Nierengröße und der Arterienquerschnittsgröße angegeben.

Tabelle 19: Statistisch nicht ausgewertete Fälle n = 89

	Anzahl	Nieren-gr. cm^2	Art.Fl. in cm^2
Hypoplasie	9	39,9	o,27
Cystennieren	43	89,6	o,44
Polycystische Cystennieren	4	141,3	o,45
Gefäßarme Tumoren und Tumoren mit fortgeschr. Regressionen	9	12o,5	o,29
Nierenbeckentumoren	4	94,5	o,36
Hodentumoren mit Verlagerung infolge LK	5	79,5	o,44
Nierentrauma	14	82,3	o,45
Thorotrastablagerung mit sek. Nierenschrumpfung	1	5o,1	o,13

Bei 18 Nierenarterienstenosen und 4 Nieren mit Zustand nach Teilresektion wurde keine Ausmessung vorgenommen.

IV. Ergebnisse der Untersuchungen zum Verhältniswert

Mit den ermittelten Werten über Nierenfläche (F_N) und Nierenarterienfläche (F_A) ließen sich Verhältniswerte (R) errechnen.

Die Berechnung erfolgte nach der Formel:

$$R = \frac{F_N^{\frac{3}{2}}}{F_A}$$

Bei gesunden Nieren wurde der Verhältniswert geschlechtsgetrennt und seitengetrennt berechnet. Der Wert von nierengesunden männlichen Patienten war links 1492,2 und rechts 1408,8. Bei den nierengesunden Patientinnen wurden links 1675,2 und rechts 1552,2 ermittelt. Der Gesamtmittelwert ohne Berücksichtigung der Seite und des Geschlechts beträgt 1505,4.

Bei Einzelnieren gleicht der Verhältniswert von 1494,2 dem der gesunden Nieren. Die gleichzeitige Vergrößerung von Nierengröße und Nierenarterienkaliber bewirkt ein annähernd gleichbleibendes Verhältnis.

Von großem Interesse sind die Verhältnisse bei der fortgeschrittenen Harnstauungsniere. Der Verhältniswert bei der HSTN I 1339,o wurde aus nur 5 Einzelwerten errechnet. Sein statistischer Aussagewert ist daher gering.

Die HSTN II ergab eine leichte Zunahme des Quotienten auf 2115.

Bei der HSTN III ist eine erhebliche Zunahme des Quotienten auf 6441 festzustellen. Das entspricht dem erwarteten Ergebnis. Die Niere vergrößert sich mit der Erweiterung des Hohlsystems bei gleichzeitigem Parenchymschwund und Abnahme der Durchblutung.

Ganz ähnliche Verhältnisse liegen bei der Pyonephrose vor. Das erweiterte und vereiterte Hohlsystem steht neben dem entzündlich veränderten und atrophierten Parenchym. Der Verhältniswert beträgt 3158.

Bei der Nephrolithiasis handelt es sich meist um lokalisierte begrenzte pathologische Veränderungen am Kelch oder Nierenbecken, die zu partiellen Stauungen und Erweiterungen des Hohlsystems führen. Der ermittelte Verhältniswert ist dabei geringgradig auf 1939 erhöht.

Der Verhältniswert der chron. Pyelonephritis liegt mit 1596 im Bereich des Mittelwertes der Norm. Auch hier ist eine Größenabnahme von Niere und Arterienquerschnittsfläche dem Verhältnis entsprechend.

Die Schrumpfniere hat einen Verhältniswert von 1334, ein Befund, der in der Diskussion noch näher besprochen wird.

Gefäßreiche Tumoren weisen einen leicht erhöhten Verhältniswert von 2o71 auf.

Bei der Nieren-Tbc Gruppe I und II mit und ohne urographische Kontrastmittelausscheidung waren die Verhältniswerte leicht erhöht: bei I = 1843 und bei II = 1924.

Tabelle 2o: Vergleichende Gegenüberstellung der Verhältniswerte,Nierenfläche und Arterienquerschnittsfläche

Diagnose		Verhältnis-wert	Nieren-fläche	Arterien-querschn.-fläche
gesund männl.	li.	1492,2	77,o	o,49
	re.	14o8,8	74,o	o,48
weibl.	li.	1675,2	74,9	o,41
	re.	1552,2	69,9	o,4o
gesund Mittelwert		15o5,4	74,4	o,46
Einzelniere		1494,o	96,8	o,66
HSTN I		1338,8	81,4	o,56
HSTN II		2114,7	8o,7	o,39
HSTN III		6441,1	115,3	o,25
Pyonephrose		3158,o	99,4	o,35
Lithiasis		1939,9	78,8	o,4o
Pyelonephritis		1596,5	62,1	o,33
Schrumpfniere		1334,2	37,o	o,2o
Tumoren		2o71,2	115,5	o,62
Tbc I		1843,o	73,6	o,39
Tbc II		1924,1	57,o	o,27

V. Diskussion

Die röntgenologische Untersuchung der Nierengröße ist für die Erkennung von Nierenparenchymerkrankungen von großer Bedeutung. KLEEBERG und DREIFUSS, 1946, und OLSSON, 1954, haben darauf hingewiesen. Grundlegende anatomische Nierengrößenbestimmungen wurden schon früher ausgeführt.

Die ersten röntgenographischen Messungen der Nieren wurden von BRAASCH und MERRIKS, 1938, anhand von 100 Urographien durchgeführt. Sie fanden mittlere Durchschnitte von 12,0 cm zu 6,0 cm. SCHROEDER untersuchte 1944 25 gesunde Frauen und 25 gesunde Männer. Die Röntgen-Werte lagen höher als die bei Autopsien ermittelten, was durch die röntgenologische Vergrößerung bedingt ist. Bei Berücksichtigung des Vergrößerungsfaktors entsprechen sie den bei Obduktionen ermittelten Werten.

MOELL untersuchte 115 Soldaten und 25 gesunde Frauen und 25 gesunde Männer. Seine Werte gleichen den von SCHROEDER beschriebenen. Er konnte nachweisen, daß seine planimetrisch ermittelten Werte mit denen nach der Ellipsenformel errechneten nahezu übereinstimmen.

Es besteht eine Differenz zwischen unseren und den Werten von MOELL. Unsere Untersuchungen waren mit einem unterschiedlichen Aufnahmesystem durchgeführt worden. Mit dem von uns ermittelten Vergrößerungsfaktor ist im Einzelfall leicht die reale Nierengröße zu errechnen, die mit Autopsiewerten übereinstimmt.

Bei Berücksichtigung der verschiedenen Aufnahmesysteme von MOELL ließen sich bei einem Vergleich mit unseren Messungen annähernd gleiche Werte ermitteln.

OLSSON gibt die Werte für Nieren bei loo Männern und loo Frauen im Alter zwischen 2o und 49 Jahren an. Diese Werte kommen den unseren sehr nahe. Auch er stellt wie die anderen Autoren fest, daß zwischen den männlichen und weiblichen Nieren ein signifikanter Größenunterschied besteht, ebenso zwischen der rechten und linken Niere beider Geschlechter.

Auf die Errechnung des Nierengewichts aufgrund der Meßwerte (Längs- und Querdurchmesser) nach der Methode nach LUDIN wurde wegen der großen statistischen Streubreite verzichtet.

LUDIN gibt für die tomographische Größenbestimmung der Niere wegen der exakten Meßbarkeit der Parenchymbegrenzung eine höhere Meßgenauigkeit an als mit dem Urogramm. Wir konnten auf die tomographische Messung verzichten, da wir in der nephrographischen Phase des Angiogramms einen ausgezeichneten Kontrast infolge der Kontrastmittelanreicherung erzielten. Urographische Größenbestimmungen wurden nicht vorgenommen.

Die vergleichende Beurteilung der Nierengröße und der Nierenarterienquerschnittsfläche ist bisher nur von LUDIN anhand von wenigen Fällen vorgenommen worden. Er untersuchte insgesamt 42 Patienten. Bei seiner Untersuchung fand er eine stärkere Abnahme der Nierenarterienbreite im Verhältnis zur Reduktion des Nierenparenchyms bei 11 Pyelonephritis-Patienten. In den beiden übrigen Kollektiven, 11 Fällen von Nephrosklerose und 19 Fällen von essentieller Hypertonie, Glomerulonephritis und Nieren-Tbc waren keine charakteristischen Aussagen möglich.

Bei unseren Untersuchungen wurde auf eine genaue Abgrenzung der einzelnen Diagnosegruppen Wert gelegt.

Dadurch wird überhaupt eine Aussage für die einzelnen Krankheitsgruppen möglich. Es konnte festgestellt werden, daß die Reduktion funktionierenden Parenchyms infolge von Narbenbildungen ohne wesentliche Größenänderung des Hohlraums zur Einengung der Nierenarterie führt, wobei der Quotient Nierengröße zu Nierenarterienweite annähernd gleich bleibt. Die Zunahme der Nierengröße bei Tumoren bewirkt eine Größenänderung des Nierenarterienkalibers bei geringfügiger Vergrößerung des Verhältniswertes. Vergrößerung des Hohlraumes mit Reduktion des Parenchyms bewirkt eine erhebliche Erhöhung des Verhältniswertes.

Um eine ausreichende Genauigkeit der Meßwerte zu erhalten, wurden die Messungen an kontrastreichen Aufnahmen durchgeführt. So wurden das Nierenarterienkaliber in der arteriellen Phaseund die Nierendurchmesser in der nephrographischen Phase bestimmt. Durch MOELL: "Size of Normal Kidneys" wurde gezeigt, daß bei Berechnung der Nierenfläche die Ellipsenformel der planimetrischen Größenbestimmung gleichwertig ist. Diese Feststellung wird von LUDIN noch dadurch erweitert, indem er aufzeigt, daß der Flächeninhalt

symmetrischer oder asymmetrischer Ellipsen (asymmetrisch bezogen auf die Längsachse) bei gleichen Querdurchmessern gleich groß ist. Weiterhin wurde von uns angenommen, daß die Nierenhauptebene in der Frontalebene des Körpers liegt. Durch die physiologische Nierenrotation entsteht dabei eine geringe Ungenauigkeit; Nieren mit röntgenologisch festgestellter größerer Rotation wurden aus der Untersuchung ausgeschlossen. Dadurch blieb eine ausreichende Genauigkeit erhalten, wie der Vergleich mit anderen Autoren zeigt. (LUDIN, 1961, MOELL, 1961) Aus der Formel für den Vergrößerungsfaktor kann die echte Nierengröße mit ausreichender Genauigkeit bestimmt werden und andere Störfaktoren, wie starke Adipositas, veränderte Aufnahmepositionen von Film und Focus, im Einzelfall berücksichtigt werden.

Die Untersuchungen an nierengesunden Patienten erbrachten hinsichtlich der Nierengröße Übereinstimmung mit den schon vorgenannten Autoren.

Untersuchungen über das Verhältnis von Nierenfläche und Nierenarterienquerschnittsfläche lagen in größerer Zahl bisher noch nicht vor.

Der Verhältniswert unter Einbeziehung beider Seiten und beider Geschlechter beträgt 1505,4.

Die kongenitale Einzelniere weist sowohl eine Größenzunahme mit Vermehrung des Nierenparenchyms wie auch eine deutliche Verbreiterung der Nierenhauptarterie auf. Der Verhältniswert von 1494,0 entspricht dem Verhältniswert der paarig angelegten Niere. Offenbar besteht eine feste Relation zwischen Nierengröße und Nierenarterienweite.

Die angegebenen Meßwerte sind Leitwerte. Mit ihnen kann der Untersucher leicht Hinweise für das Ausmaß von Destruktionen des Nierenparenchyms gewinnen.

Mit dem Verhältniswert konnte geprüft werden, daß zwischen dem Nierenparenchym und dem Nierenarterienkaliber eine Beziehung besteht.

Die Harnstauungsniere I umfaßt nur fünf Fälle, da aus erklärlichen Gründen eine Angiographie im allgemeinen unterbleibt und lediglich als Begleitbefund - z.B. beim Nierenbeckenpapillon - erhoben wird. Eine statistische Auswertung erschien daher nicht sinnvoll. Die Meßwerte

zeigen jedoch ganz deutlich, daß keine wesentliche Änderung der Parameter auftritt, da es sich bei diesem Befund nur um eine kurzdauernde oder relativ geringgradige Abflußbehinderung handelt, die zu keiner Form- oder Größenänderung der Niere führt.

Bei der Harnstauungsniere II liegt eine Vergrößerung des Hohlraums bei einem merkbaren Parenchymverlust ohne wesentliche Vergrößerung des Organs vor. Der Parenchymverlust hat eine Verringerung des Gefäßquerschnitts der Niere und damit eine Reduktion des Nierenarterienkalibers zur Folge.

Die Harnstauungsniere III mit weitgehendem Schwund des Parenchyms und erheblicher Größenzunahme ist gekennzeichnet durch die Erhöhung des Verhältniswertes. Der weitgehende Verlust des Parenchyms hat eine starke Einengung des Kalibers der Arterie zur Folge. Mit dem Verlust des Nierenparenchyms ist auch die Durchblutung erheblich verringert. Dabei ändert sich der Quotient gesetzmäßig.

Ähnliche Verhältnisse finden sich bei der Pyonephrose, die mit einer Vergrößerung des Organs und einer Verminderung des durchbluteten Parenchyms einhergeht. Der Verhältniswert liegt zwischen denen von HSTN II und III.

Die Nephrolithiasis stellt auch bei uns eine uneinheitliche Gruppe dar. Die Destruktionen an den Kelchen sind unterschiedlich in Größe und Lokalisation. Langdauernde Steinerkrankungen sind mit chronischer Pyelonephritis gepaart. In unserer Gruppe waren schon geringgradige Verkleinerungen der Gefäßquerschnitte festzustellen. Daraus resultierte eine Zunahme des Quotienten.

Die akute Pyelonephritis wurde nicht untersucht, da nur in seltenen Fällen eine angiographische Abklärung notwendig ist. Anders liegt es bei der Indikation zur Angiographie bei der chronischen Pyelonephritis, die oft im Rahmen der Operationsvorbereitung bei Teilresektionen zur Abklärung des Gefäßverlaufes und zur Beurteilung des Ausmaßes der narbigen Veränderungen angiographisch untersucht wird. Die chronische Pyelonephritis bewirkt infolge der Narbenbildung eine

Verkleinerung des Organs. Einhergehend mit dem Parenchymverlust kommt es zu einer Verengung des Gefäßes, wie der Verhältniswert von 1596,6 zeigt.

Bei der pyelonephritischen Schrumpfniere handelt es sich um eine diffuse narbige Veränderung mit Verkleinerung des Organs. Der Verhältniswert sinkt stärker ab als bei der chronischen Pyelonephritis, was offenbar darauf zurückzuführen ist, daß zwar eine deutliche Einengung des Gefäßkalibers besteht, die jedoch nicht parallel mit der Organverkleinerung einhergeht. Sie deutet vielmehr auf eine noch verbliebene, leicht vermehrte Restdurchblutung hin.

Es wurden 2 Tuberkulosekollektive gebildet: eine Gruppe enthält teilweise befallene, die andere vollständig destruierte Nieren.

Die teilweise befallenen Nieren wurden in einer Gruppe zusammengefaßt, die keine wesentliche Änderung der Organgröße verursachten, jedoch eine deutliche Reduktion der Arterienquerschnittsfläche infolge des Parenchymverlustes erkennen ließen.

Die total destruierten tuberkulösen Nieren mit fehlender urographischer Konstrastmittelausscheidung zeigten eine deutliche Organverkleinerung und Reduktion der Arterienquerschnittsfläche. Der Verhältniswert lag bei 1924,1.

Bei den gefäßreichen Tumoren wurden Nieren mit starken Regressionen aus der Gruppe ausgeschlossen. Es handelt sich dabei nur um Tumoren mit sehr guter Parenchymdurchblutung und intaktem Tumorgewebe. Die Organvergrößerung war verhältnismäßig stärker als die Erweiterung der Arterie. Der Quotient stieg daher auf 2o71 an.

Gefäßarme Tumoren, Tumoren mit fortgeschrittenen Regressionen und Cystennieren bieten ein zu unheitliches Bild für unsere Untersuchungen. Sie wurden daher vernachlässigt. Kleinere Kollektive wie Anomalien, Nierenbeckentumoren, Metastasierungen im Bereich des Nierenbeckens, Nierentraumen und Thorotrastablagerungen wurden ebenfalls nicht berücksichtigt.

VI. Zusammenfassung

Es wurden Arteriogramme von 412 Patienten ausgewertet. Nierendurchmesser und Nierenhauptarterienweite wurden ausgemessen und statistisch bearbeitet. Von Nierengesunden und Nierenerkrankten wurden Gruppen gebildet, Mittelwerte und Standardabweichungen errechnet.

Bei lol Gesunden besteht eine feste Beziehung zwischen Nierengröße und Nierenhauptarterienkaliber.

Bei Nierenerkrankungen mit Destruktionen des Parenchms ist eine deutliche Abweichung vom Bezugswert des Gesunden festzustellen. Mit den am Kranken ermittelten Werten kann das Ausmaß der Parenchymdestruktionen abgeschätzt werden.

Die Verminderung des funktionstüchtigen Nierenparenchyms geht immer mit der Einengung der dazugehörenden Nierenarterie einher. Bildbeispiele belegen die Aussagen.

VII. Literaturverzeichnis

1. ADACHI, B. — Das Arteriensystem der Japaner. Tokio: Kenkynsha Press 1928

2. ALKEN, C.E. — Leitfaden der Urologie. 5. Auflage, 197o

3. BOIJSEN, Erik — Angiographic studies of the anatomy of single and multiple renal arteries. Stockholm 1959 Acta radiol. Suppl. 1o3

4. BRAASCH, W.F. and MERRICKS, J.W. — Clinical and radiological data associated with congenital and acquired single kidneys. Surg. Gynec. and Obst. 67 (1938) 281

5. DEUTICKE, P. Th. LAUBENBERGER — Die Röntgenuntersuchung der Niere und des Harnleiters in der urologischen Diagnostik. 2. Auflage, Verlag Banaschewski München, im Druck

6. KLEEBERG, J. and DREYFUSS, F. — Value of x-ray examination in non surgical diseases of the kidneys. Radiol. clin. 15 (1946) 323

7. LAUBENBERGER, Th. — Die Einteilung der Harnstauungsniere nach dem angiographischen Bild und ihre klinische Bedeutung. Der Urologe 6 (1969): 336

8. LUDIN, H. — Tomographische Bestimmung der Nierengröße. Fortschr. Röntgenstr. 95 (1961): 215

9. LUDIN, H. — Arteriographie unter Valsalva-Bedingungen. Fortschr. Röntgenstr. 96 (1962): 611

lo. LUDIN, H. — Zur quantitativen Bestimmung des relativen Nierenarterienkalibers. Fortschr. Röntgenstr. lo3, 5 (1965): 6o4

11. LUDIN, H., M. ELKE, H. FEHR, H. THOELEN — Correlation of renal size, renal artery calibre and effective renal plasma flow in man. Acta radiol. (Diagn.) Stockholm 6 (1967): 296

12. LUDIN, H. — Radiologic estimation of kidney weight. Acta radiol. (Diagn.) Stockholm 6 (1967): 561

13. MERKLIN, R.J. and MICHELS, N.A. — The variant renal and suprarenal blood supply with data on the inferior phrenic, ureteral and gonedal arteries. J. Internat. Coll. Surgeous. 29 (1958): 41

14. MICHELS, N.A. — Blood supply and anatomy of the upper abdominal organs. Philadelphia: J.B. Lippincott Company 1955

15. MOELL, H. Size of normal kidneys. Acta radiol. 46 (1956): 640

16. MOELL, H. Kidney size and its deviation from normal in acute renal failure. A roentgendiagnostic study. Acta radiol. Suppl. 206 (1961)

17. OLSSON, O. Some radiological problems connected with Bright's disease. Brit. J. Radiol. 27 (1954): 86

18. OLSSON, O. Roentgen examination of the kidney and the ureter. Handbuch der Urologie V/1 Herausgegeben von ALKEN, C.E., V.W. DIX, H.M. WEYRAUCH, E. WILDBOLZ

19. SCHROEDER, E. Kliniske studier over Nyrefunktionen hos Nephretomerede. Diss. Köpenhamn (1944)

20. SELDINGER, S.J. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. Acta radiol. 39 (1953): 368

21. VOGLER, E. Angiographie der Niere. Thieme Verlag, Stuttgart 1958

Für die freundliche Überlassung des Themas und für die Unterstützung bei seiner Bearbeitung danke ich Herrn Prof. Dr. med. Th. LAUBENBERGER herzlich.

Herrn Prof. Dr. med. C.E. ALKEN, Direktor der Urologischen Universitätsklinik Homburg/Saar, herzlichen Dank für die Bereitstellung der Untersuchungsunterlagen.

Herzlicher Dank sei Herrn Dipl.Ing. Klaus PFAFF für die Hilfe bei der Berechnung der Ergebnisse mit der Großrechenanlage des Max-Planck-Institutes München-Garching gesagt.

Lebenslauf

1o. 8. 1947	als zweiter Sohn des Verwaltungsamtmannes a.D. Theodor Stengel und seiner Ehefrau Theodora, geb. Kliver, in Neunkirchen/Saar geboren
Herbst 1953	Einschulung in die Volksschule Elversberg/Saar
1958 - 1966	Besuch des Ludwigsgymnasiums Saarbrücken
14.1o. 1966	Ablegung der Reifeprüfung
Nov. 1966	Beginn des Medizinstudiums an der Universität des Saarlandes
17.1o. 1967	Ablegung der naturwissenschaftlichen Vorprüfung
15. 4. 1969	Ablegung der ärztlichen Vorprüfung
15. 4. 1969- 3o. 9. 197o	Studium an der Med. Fakultät in Homburg/Saar
1.1o. 197o- 3o. 4. 1971	Studium an der Universität Innsbruck
1. 4. 1971- 3o. 3. 1972	Weiterstudium an der Med. Fakultät der Universität des Saarlandes
18. 7. 1972	Med. Staatsexamen